

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ДЕФОРМАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ РЕДУЦИРОВАНИЯ НА СВОЙСТВА СТАЛИ 20Х13

Храмков Е.В.

Руководитель – профессор, доктор технических наук Выдрин А. В.

ОАО «Российский научно-исследовательский институт трубной промышленности», г. Челябинск,

hramkov@rosniti.ru

Исследовано влияние температурно-деформационных режимов редуцирования на свойства стали 20Х13. Выяснялась возможность реализации на редуционно-растяжном стане высокотемпературной термомеханической обработки (ВТМО) с целью улучшения комплекса физико-механических свойств обсадных и насосно-компрессорных труб. Установлены свойства стали после ВТМО при температурно-деформационных режимах, использующихся на редуционно-растяжном стане. Установлено, что ВТМО повышает прочностные характеристики и ударную вязкость, в том числе и при отрицательных температурах, стали 20Х13 в высокоотпущенном состоянии. Определен режим отпуска, обеспечивающий требуемые свойства стали.

В настоящее время переходят к разработке новых месторождений углеводородов, которые характеризуются повышенной агрессивностью условий добычи. Отечественный и зарубежный опыт показывают, что для этих целей хорошо подходят трубы из высокохромистых коррозионностойких сталей. Однако, такие стали, в частности 20Х13, не обладают требуемой хладостойкостью, которая необходима при освоении северных месторождений.

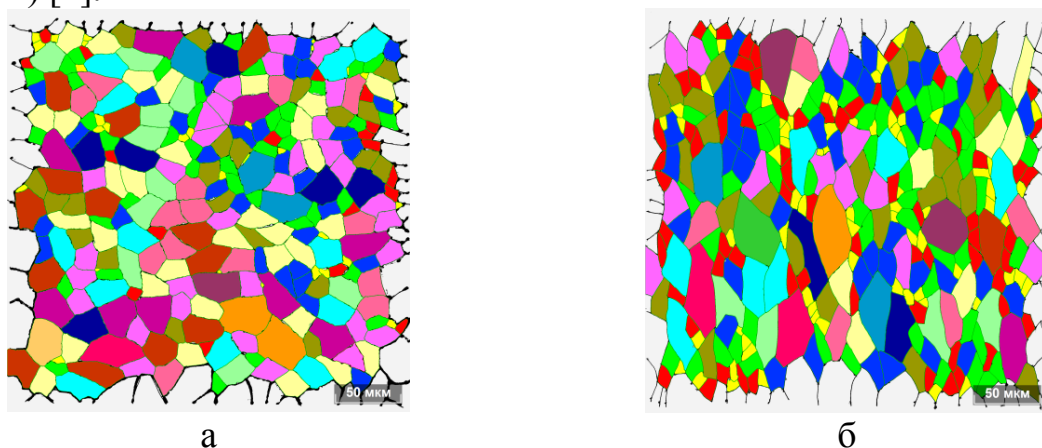
Одним из методов повышения комплекса физико-механических свойств конструкционных сталей является высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО). ВТМО осуществляется совмещением горячей пластической деформации аустенита с последующей закалкой на мартенсит [1]. Цель закалки заключается не только в получении мартенситной структуры, но и в исключении развития рекристаллизации горячедеформированного аустенита. Окончательной операцией при ВТМО является отпуск.

Освоение производства труб из данной марки стали по требованиям ТУ 14-3Р-114-2011 осуществляется на трубопрессовой линии, в состав которой входит пресс 55 МН и 24-клетевой редуционно-растяжной стан (РРС). Трубы наружным диаметром 73 мм планируется изготавливать в режиме ВТМО с использованием 16 клеток РРС с суммарной деформацией 38 %, средней скоростью деформации 1 с^{-1} и с последующим ускоренным

охлаждением. Температура подогрева перед редуцированием должна находиться в диапазоне 980-1000°C.

С целью оценки протекания процессов рекристаллизации стали 20Х13 при производстве труб на РРС проведено физическое моделирование на установке Gleeble-3800. В настоящей работе проводились испытания на модуле Hydrowedge, который позволяет реализовать деформацию сжатием. Для испытаний использовались цилиндрические образцы диаметром 10 мм и высотой 15 мм.

Перед деформацией образец нагревался до температуры 990°C и выдерживался при ней в течение 20 мин, затем деформировался по различным режимам соответствующим условиям производства труб на РРС, пауза между деформациями составляла 2 с. После деформации образцы ускоренно охлаждались водовоздушным спрейером. Микроструктурное исследование не выявило признаков рекристаллизации после деформации, осуществляемой вплоть до 16 нагружения с суммарным обжатием – 38 % (рисунок 1) [2].



а
б
Рисунок 1 – Микроструктура отобранных образцов: а – исходный; б – после 16-го нагружения

Дополнительно оценивалось влияние ВТМО на свойства стали 20Х13 следующего химического состава: 0,22 % С, 0,56 % Мп, 0,57 % Si, 0,011 % Р, 0,003 % S, 13,5 % Cr, 0,17 % Ni, 0,18 % Cu. Образцы сечением 12×17 мм подвергались аустенитизации при 1000°C с выдержкой 20 мин, затем часть образцов деформировалась при этой температуре. Другая часть образцов подстуживалась на воздухе до 950 и 900°C и после последующей двухминутной выдержки подвергались прокатке. Деформация во всех случаях со скоростью 1 с⁻¹ и обжатием 38 %, после деформации следовала немедленная закалка в масле. Данные параметры деформации близки к процессу производства труб в заводских условиях [3].

После закалки упрочненные заготовки подвергали полуторачасовому отпуску при температуре 760°C. Во избежание развития обратной отпускной хрупкости заготовки после отпуска охлаждались в масле. Испытания на статическое растяжение проводились на пятикратных образцах

с диаметром рабочей части 6 мм. Для оценки ударной вязкости изготавливались образцы размером 10×10×55 мм, имеющие V-образным надрез. Данные результатов испытаний представлены в таблице 1.

ВТМО одновременно с некоторым упрочнением обеспечивает ощутимое повышение ударной вязкости, как при комнатной температуре, так и при -60°C. Ударная вязкость тем выше, чем ниже температура деформации при ВТМО. Причем наибольший эффект оказался при ВТМО с температурой деформации 900°C. Особо подчеркнем, что все режимы ВТМО обеспечили ударную вязкость при -60°C выше требуемой ТУ 14-3Р-114-2011 (50 Дж/см²).

Таблица 1 – Физико-механические свойства стали 20Х13

Режим обработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ	KCV -60°C	KCV 20°C
	МПа		%		Дж/см ²	
Закалка от 1000°C	540	748	24	64	51	177
ВТМО с деформацией при 1000°C	589	769	22	65	56	197
ВТМО с деформацией при 950°C	598	772	24	65	60	201
ВТМО с деформацией при 900°C	577	745	24	67	73	209

Рассмотренные данные получены в случае осуществления закалки стали 20Х13 в масле. Однако при существующей конструкции стана и вспомогательного оборудования использовать охлаждение в масле не представляется возможным. Поэтому выяснялось, как ВТМО будет оказывать влияние на свойства стали 20Х13, если охлаждение осуществлять на воздухе и водо-воздушной смесью.

Проведенные исследования показали, что охлаждение на воздухе не обеспечивает повышение ударной вязкости по сравнению с обычной термической обработкой. Однако эффективным оказалось охлаждение водовоздушной смесью. Эта обработка обеспечила примерно такой же уровень прочности, пластичности и ударной вязкости, что и ВТМО с охлаждением после деформации в масле.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что применение высокотемпературной термомеханической обработки обеспечивает повышение свойств стали 20Х13 и в том числе ударной вязкости при отрицательных температурах. Наиболее благоприятный уровень свойств достигается при совмещении горячей деформации стали при температуре 900°C с охлаждением в масле или водовоздушной смесью и последующим отпуском при температуре 760°C.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Бернштейн, М.Л., Термомеханическая обработка стали / М.Л. Бернштейн, В.А. Займовская, Л.М. Капуткина- М.: Металлургия, 1983.– 480с.

2. Диаграммы горячей деформации, структура и свойства сталей: справ. / под ред. М.Л. Бернштейна. – М.: Металлургия, 1989. – 544 с.
3. Технология непрерывный безоправочной прокатки труб / Г.И. Гуляев, П.Н. Ившин, И.Н. Ерохин, А.К. Зимин и др.; под ред. Г.И. Гуляева. – М.: Металлургия, 1975. – 264 с.